

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Application of: Erhard LIEBIG

Application No.: Unassigned

Art Unit: Unassigned

Filed: March 12, 2004

Examiner: Unassigned

For: METHOD AND APPARATUS  
FOR THERMAL DEGASSING

Attorney Docket No.: 61277-60009

**CLAIM TO PRIORITY  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450


Sir:

Enclosed is a certified copy of Swiss Patent Application No. CH 01701/01 filed in Switzerland on September 14, 2001, from which priority is being claimed in this application.

No fee is believed to be due for this submission. Should any fee be required, however, please charge the required fee to Collier Shannon Scott Deposit Account No. 03-2469.

Date: March 12, 2004

Respectfully Submitted,



Seth A. Watkins                      Reg. No. 47,169  
**COLLIER SHANNON SCOTT, PLLC**  
3050 K Street, NW, Suite 400  
Washington, D.C. 20007  
(202) 342-8400

Enclosure

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA**

**Bescheinigung**

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

**Attestation**

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

**Attestazione**

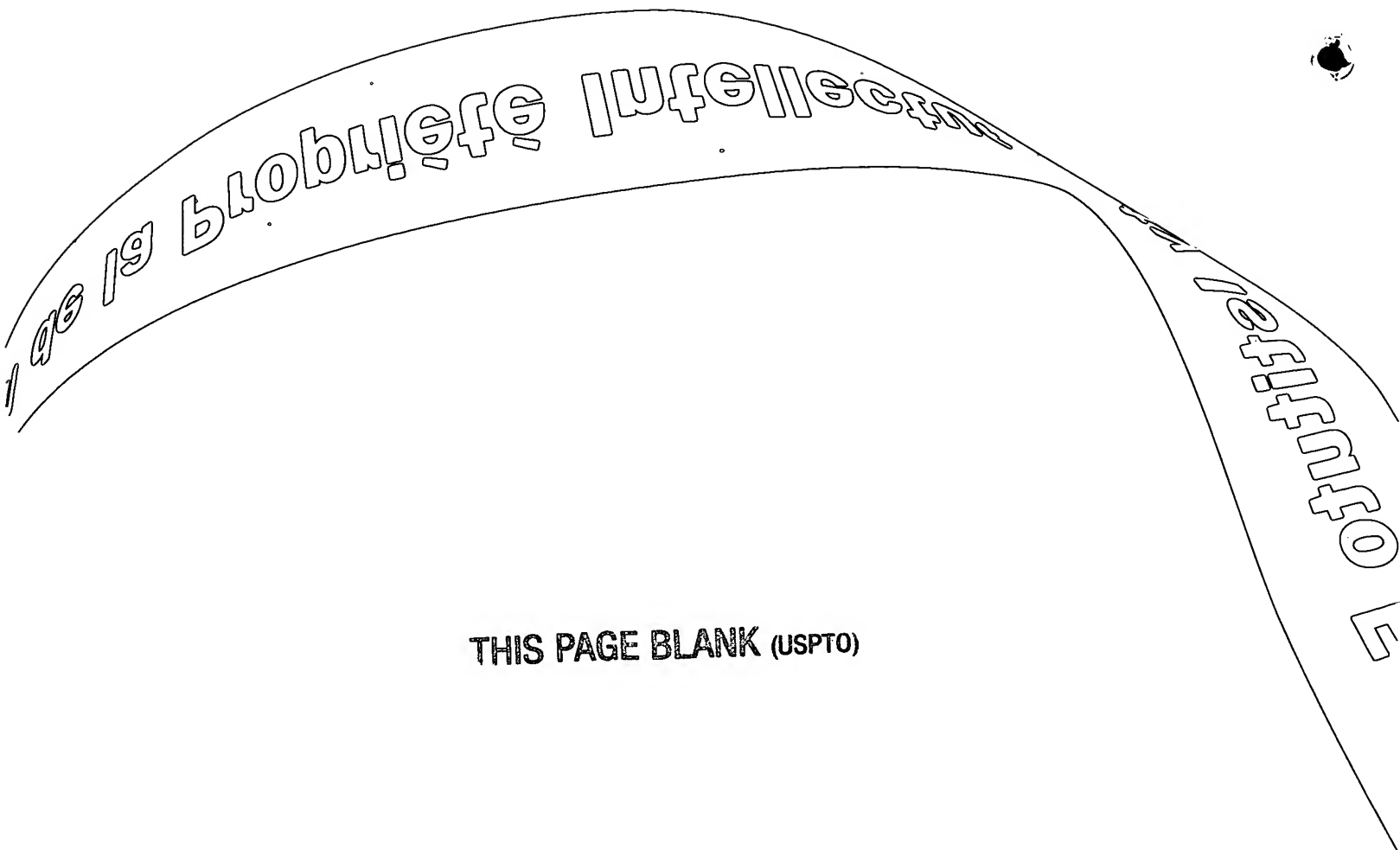
I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 20. FEB. 2004

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

  
Heinz Jenni



1981 PROPERTIES INTELLECT

INTELLECT

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**Hinterlegungsbescheinigung zum Patentgesuch Nr. 01701/01 (Art. 46 Abs. 5 PatV)**

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Verfahren und Vorrichtung zur thermischen Entgasung des Wassers eines Dampfsystems.

Patentbewerber:

ALSTOM (Switzerland)Ltd  
Haselstrasse 16  
5400 Baden

Übertragung am 28.11.2003 an:

ALSTOM Technology Ltd  
Brown Boveri Strasse 7  
5400 Baden

Anmeldedatum: 14.09.2001

Voraussichtliche Klassen: F01K, F22B

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## **Verfahren und Vorrichtung zur thermischen Entgasung des Wassers eines Dampfsystems**

### **TECHNISCHES GEBIET**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur thermischen Entgasung des Wassers eines Dampfsystems, insbesondere zur Entgasung des Speisewassers in einer Dampftrommel eines Abhitzekessels.

### **STAND DER TECHNIK**

Bei einem Kombikraftwerk mit einer Gas- und einer Dampfturbinenanlage wird das heisse Abgas der Gasturbine einem Abhitzekessel zugeführt. Die Wärme dieses heissen Abgases wird im Abhitzekessel zur Erzeugung von Dampf genutzt, welcher Dampf zum Betrieb einer Dampfturbinenanlage dient. Abhitzekessel und Dampfturbinenanlage werden dabei in einem Wasser-/Dampf-Kreislauf betrieben. Um diesen Kreislauf zu schliessen, wird der in der Dampfturbinenanlage entspannt Dampf einem Kondensator zugeführt und dort kondensiert. Das Kondensat wird erneut dem Abhitzekessel zugeführt, um erneut erwärmt, verdampft und möglicherweise überhitzt zu werden.

Beim Wasser-/Dampf-Kreislauf zu welchem im wesentlichen der Abhitzekessel, die Dampfturbinenanlage, der Kondensator, der Speisewasserbehälter/Entgaser sowie die Pumpen, verbindenden Rohrleitungen usw. gehören, handelt es sich um ein System mit sehr hohen

Reinheitsanforderungen an das Arbeitsmittel sowie einer speziellen wasserchemischen Fahrweise zur Verminderung von Korrosion und Ablagerungen.

Zur optimalen Nutzung der Wärme des Abgases der Gasturbine besteht der Abhitzekeessel aus bis zu 3 Druckstufen zur Dampferzeugung auf unterschiedlichen Druckniveaus. Zu einer derartigen Druckstufe gehören somit Economizer und Verdampfer sowie in Abhängigkeit der konkreten Anlage bzw. des Verfahrens der Dampferzeugung auch Dampftrommel und Ueberhitzer.

Zur Sicherstellung der chemischen Fahrweise des Wasser-/Dampf-Kreislaufes muss das Arbeitsmittel entgast werden, was beispielsweise durch ein thermisches Verfahren erfolgen kann. Eine Entgasung des Arbeitsmittels ist besonders wichtig, wenn sich das System auf Umgebungsdruck befand und geöffnet war, d. h. nach Revisionen oder bei Kaltstarts. Erhöhte Aufmerksamkeit erfordert die Entgasung auch während bzw. nach Zeiten großer Zusatzwassermengen.

Die thermische Entgasung kann dabei nach dem Stand der Technik entweder im Kondensator, im Speisewasserbehälter/Entgaser oder durch einen auf der Niederdrucktrommel aufgesetzten Entgaser erfolgen. Insbesondere die beiden letztgenannten Varianten sind durch die zusätzlich erforderlichen Komponenten investitionsintensiv. Hinzu kommt bei diesen Varianten durch den Bedarf von Heizdampf, für die Aufwärmung einer leicht unterkühlten Flüssigkeit (Unterkühlung 5 – 20 K) auf Sättigungstemperatur, ein energetischer Nachteil. Je höher der Entgaser bezüglich seines Druckniveaus angeordnet ist, um so grösser ist dieser Nachteil.

Im Zusammenhang mit der thermischen Entgasung des Arbeitsmittels sollte somit darauf geachtet werden, dass der Einsatz von Heizwärme für die Entgasung qualitativ und quantitativ den Erfordernissen entsprechend erfolgt, um den Gesamtwirkungsgrad der Anlage möglichst gering und zeitlich begrenzt zu mindern.

In diesem Zusammenhang sei auf die EP 0 359 735 B1 hingewiesen, welche einen Abhitze-Dampferzeuger vorschlägt, bei welchem die Dampftrommel mit einer integrierten thermischen Entgasung versehen ist, und welche Dampftrommel neben der Funktion der Trennung des Wasser-Dampfgemisches auch die Funktion der Speicherung des Speisewassers hat. Es geht mit anderen Worten bei dieser Anmeldung im wesentlichen darum, durch geeignete Modifikation der Dampftrommel den Speisewasserbehälter/Entgaser im Wasser-/Dampf-Kreislauf zu vermeiden. Die Patentschrift enthält aber keine Angaben darüber, wie diese integrierte thermische Entgasung ausgestaltet ist, respektive welche Mittel zur Entgasung zur



Verfügung gestellt werden. Der Figur ist lediglich zu entnehmen, dass es sich um einen aufgesetzten Rieselentgaser handeln könnte.

Die Entgasung ist bei einwandfreiem Funktionieren der Systeme sowie Dichtheit der im Unterdruckbereich arbeitenden Anlagen nicht zwangsläufig eine während des gesamten Betriebes der Anlage zu erfüllende Aufgabe. Aus diesem Grunde ist es auch nicht sinnvoll, bei hohen Investitionen und unter ständigem Leistungsverlust eine permanent gute Entgasung sicherzustellen. Es ist vielmehr sinnvoller, für den Fall spezieller Bedingungen oder der Realisierung zeitlich begrenzter Fahrweisen durch zusätzliche Massnahmen eine angemessene Entgasung zu gewährleisten, während des Normalbetriebes die Anlage jedoch ohne diese zusätzliche Entgasung zu betreiben.

#### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur thermischen Entgasung des Wassers eines Dampfsystems, bestehend aus wenigstens einem Wasserraum und wenigstens einem Dampfraum, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens vorzuschlagen, welche eine wirtschaftliche, effiziente sowie konstruktiv einfache und durch niedrige Investitionen charakterisierte Entgasung in einem solchen Dampfsystem erlaubt, d. h. welche den Bedingungen des Dampfsystems angepasst ist.

Ein solches Dampfsystem kann durch wenigstens einen Kondensator, und/oder wenigstens einen Speisewasserbehälter und/oder wenigstens eine Dampftrommel eines Dampferzeugers u. dgl. gebildet werden. Es ist auch denkbar, dass die vorgenannten Elemente kombiniert als Dampfsystem vorliegen und Wasserraum und Dampfraum aus verschiedenen Elementen miteinander erfindungsgemäss kommunizieren resp. zur Entgasung verbunden werden. Einzige Bedingung ist das Vorhandensein eines Wasser- und eines Dampfraumes. Insbesondere geht es dabei um Verfahren respektive Vorrichtungen, bei welchen das Wasser eines Dampfsystems eines Abhitzekeessels entgast werden soll, wobei das Dampfsystem wenigstens eine Dampftrommel, wenigstens einen davorgeschalteten Economizer, und wenigstens einen Verdampfer aufweist.

Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe, indem Wasser aus einem Wasserraum des Dampfsystems angesaugt wird, dieses Wasser mit Dampf aus einem Dampfraum des Dampfsystems versetzt wird, und das entstehende Zweiphasengemisch in den Wasserraum des Dampfsystems ausströmt.

Der Kern der Erfindung besteht somit darin, eine in das Dampfsystem integrierte thermische Entgasung zu realisieren, welche darauf beruht, das bereits im Dampfsystem naturgemäss vorhandene Zweiphasensystem bestehend aus Dampf und Wasser zur Entgasung zu nutzen. Dazu wird aus den im Dampfsystem vorhandenen getrennt vorliegenden Phasen Dampf und Wasser ein Zweiphasengemisch erzeugt, welches wiederum in den Wasserraum des Dampfsystems ausströmt. Die Entgasung wird somit gewissermassen über eine systeminterne erzwungene Dampf-Wasser-Zirkulation gewährleistet. Diese überraschend einfache und dennoch effiziente Art der Entgasung kann mit wenigen Modifikationen bei bestehenden Kondensatoren, Speisewasserbehältern, Dampftrommeln u. dgl. nachgerüstet, oder von Anfang an vorgesehen werden. Die Einfachheit der Lösung führt somit dazu, dass der Investitionsaufwand im Vergleich zu den üblichen Entgasungsvarianten gering ist.

Gemäss einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich das Verfahren dadurch aus, dass das Wasser mittels wenigstens einer Pumpe aus dem Wasserraum des Dampfsystems angesaugt wird, d. h. dass eine erzwungene Zirkulation herbeigeführt wird. Vorzugsweise kann dabei das aus dem Wasserraum angesaugte Wasser durch mindestens einen Wasserstrahler gefördert werden, wobei durch den mindestens einen Wasserstrahler Dampf aus dem Dampfraum des Dampfsystems zur Bildung des Zweiphasengemisches angesaugt wird. Ein wesentlicher Vorteil dieses Konzeptes besteht darin, dass nur für das Wasser eine erzwungene Zirkulation mittels einer motorgetriebenen Pumpe zu garantieren ist. Das Ansaugen und Vermischen des Dampfes mit dem Wasser erfolgt mittels des mindestens einen Wasserstrahlers. Weitere spezielle Vorrichtungen zum Ansaugen des Dampfes und zur Mischung des Dampfes mit dem Wasser sind nicht erforderlich.

Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung liegt der Dampfgehalt des Zweiphasengemisches, welches in den Wasserraum des Dampfsystems ausströmt, im Bereich von 2 bis 5 %, wobei insbesondere bevorzugt die Dampfblasendurchmesser und die Eindüsungsorte derart eingestellt werden, dass eine Verweilzeit der Dampfblasen im Wasser im Bereich von 5 bis 8 sec bei einer Aufstiegshöhe im Wasser von wenigstens 60 cm resultiert. Das Zweiphasengemisch kann dabei vorteilhafterweise über, bevorzugt in Bodennähe unterhalb des Wasserspiegels angeordnete Düsen, insbesondere Zweistoffdüsen mit typischen Drücken von 1 bis 2 bar, in den Wasserraum des Dampfsystems eingedüst werden, wobei bevorzugt zur besseren Durchmischung eine Vielzahl von Düsen oder Düsenrohren angeordnet ist.

Für den Fall, dass es sich bei dem Dampfsystem um ein Dampfsystem eines Abhitzekekessels handelt, speziell um ein Dampfsystem bestehend aus wenigstens einer Dampftrommel mit wenigstens einem Verdampfer sowie bevorzugt wenigstens einem davorgeschalteten Economizer, ergeben sich einige spezielle Bedingungen. Dies insbesondere dann, wenn es sich beim Dampfraum um den Dampfraum der Dampftrommel handelt und beim Wasserraum um den Wasserraum derselben Dampftrommel.

Eine derartige Dampftrommel kann neben der Separation des vom Verdampfer kommenden Zweiphasengemisches und der Entgasung des Wassers in vorteilhafter Weise auch die Funktion der Speicherung des Speisewassers übernehmen. D. h., aus der Dampftrommel können weitere Dampfsysteme mit entgastem Speisewasser versorgt werden.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens handelt es sich bei der Dampftrommel um eine Niederdruckdampftrommel, insbesondere um eine Dampftrommel eines Umlaufverdampfers mit einem Dampfgehalt am Austritt des Verdampfers im Bereich von 10 bis 15 %.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die innerhalb der Dampftrommel zu realisierenden Funktionen der Entgasung und der Separation von Dampf und Wasser durch eine entsprechende Anordnung sowohl der Düsen als auch der vom Verdampfer kommenden Eintritte räumlich getrennt werden. Zu diesem Zwecke strömt das Zweiphasengemisch über Düsen bevorzugt auf der Seite des Gasaustrittes in den Wasserraum aus und die Einleitung des vom Verdampfer kommenden Zweiphasengemisches in die Dampftrommel erfolgt bevorzugt auf der Seite des Dampfaustrittes.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass der Speisewassereintritt vom Economizer und der Speisewasseraustritt an der Dampftrommel gegenüberliegend angeordnet sind, wobei insbesondere zusätzliche Schikanen im Wasserraum angeordnet sind, welche eine Durchmischung des Wassers begünstigen bzw. eine direkte Durchströmung der Dampftrommel verhindern. Analog können der Gasaustritt und der Dampfaustritt an der Dampftrommel gegenüberliegend angeordnet werden, wobei insbesondere zusätzliche Vorrichtungen im Dampfraum angeordnet sind, welche eine gerichtete Abströmung der ausgetriebenen Gase und des erzeugten Dampfes begünstigen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Verdampfer im von heissen Abgasen eines Abgaserzeugers durchströmten Abhitzekekessel angeordnet, und

das System aus Abgaserzeuger und Abhitzeessel wird derart geregelt, dass die Dampferzeugung im Verdampfer den Erfordernissen der Entgasung entspricht. Mit einer derartig speziellen Fahrweise werden die Dampfverluste verringert bzw. vermieden.

Das gleiche Ziel der Verringerung bzw. Vermeidung von Dampfverlusten lässt sich durch teilweises oder vollständiges Bypassen des Economizers erreichen. Indem nunmehr deutlich unterkühltes Wasser in die Dampftrommel gelangt, wird der im Verdampfer erzeugte Dampf teilweise oder vollständig zur Vorwärmung des Speisewassers verbraucht. Das System aus Verdampfer und Dampftrommel arbeitet nun teilweise oder vollständig als Vorwärmer.

Ausserdem kann unter der Bedingung einer nicht erforderlichen Entgasung das Zirkulationssystem (z.B. das Strahlersystem) zur thermischen Entgasung des Wassers des Dampfsystems abgeschaltet werden, d. h. die Zirkulationspumpe ist in diesem Fall nicht in Betrieb.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Die Erfindung betrifft ausserdem eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens, wie es oben geschildert wird, welche Vorrichtung sich dadurch auszeichnet, dass das Dampfsystem wenigstens einen Kondensator und/oder wenigstens einen Speisewasserbehälter und/oder wenigstens eine Dampftrommel aufweist. Besonders bevorzugt werden bei einer derartigen Vorrichtung Düsen unterhalb des Wasserspiegels angeordnet, über welche Düsen das Zweiphasengemisch bevorzugt auf der Seite des Gasaustrittes in den Wasserraum ausströmt, und wobei es sich bei den Düsen bevorzugt um Zweistoffdüsen handelt.

Die Anordnung von Schikanen im Wasserraum, welche Schikanen eine Durchmischung des Wassers begünstigen bzw. eine direkte Durchströmung des Wasserraumes verhindern, kann dabei zu einer Verbesserung der Entgasungseffizienz führen.

Eine andere bevorzugte Ausführungsform der Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass es sich beim Dampfsystem um eine Dampftrommel, insbesondere um eine Niederdruckdampftrommel handelt, welche insbesondere bevorzugt liegend angeordnete und zylindrisch ist, wobei der Wasserstand auf möglichst grosse Wasseroberfläche eingestellt wird. (Zur räumlichen Trennung der Funktionen Entgasung und Separation von Dampf und Wasser können in der Dampftrommel die Düsen bevorzugt auf der Seite des Gasaustrittes angeordnet werden und die Einleitungen des vom Verdampfer kommenden Zweiphasengemisches in die Dampftrommel können bevorzugt auf der Seite des Dampfaustrittes angeordnet werden. Ausserdem

können im Dampfraum Vorrichtungen angeordnet werden, welche eine gerichtete Abströmung der Gase und des Dampfes begünstigen.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemässen Vorrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

#### KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Figuren näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kombikraftwerkes;
- Fig. 2 einen Längsschnitt der ND-Dampftrommel mit Mitteln zur thermischen Entgasung;
- Fig. 3 einen Schnitt durch einen Kondensator mit Mitteln zur thermischen Entgasung und
- Fig. 4 einen Speisewasserbehälter mit Mitteln zur thermischen Entgasung.

#### WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Figur 1 zeigt die schematische Darstellung eines Kombikraftwerkes, anhand derer die erfindungsgemässe Ausgestaltung der Entgasung erläutert werden soll. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden zur Beschreibung der Vorrichtung und des Verfahrens teilweise gleiche Bezugszeichen beispielsweise für eine Leitung (z. B. Speisewasserleitung) und das darin strömende Medium (z. B. Speisewasser) verwendet. Dem Fachmann erschliessen sich diese Unterschiede aus den Zusammenhängen jedoch problemlos.

Bei der in Figur 1 dargestellten Anlage handelt sich beispielhaft um eine sogenannte Einwellenanlage, bei welcher sich die Gasturbinenanlage GA und Dampfturbinenanlage DA mit dem Generator G auf einer Welle W befinden. Der Generator G ist zwischen Gasturbinenanlage GA und Dampfturbinenanlage DA angeordnet. Die Dampfturbinenanlage DA kann über die Kupplung K vom Generator G getrennt werden.

Bei einem Kombikraftwerk wird die im Abgas 7 der Gasturbine 3 enthaltene Wärme in einem Abhitzeessel 8 zur Dampferzeugung genutzt. Das dem Abhitzeessel 8 zugeführte Wasser wird in diesem Abhitzeessel 8 vorgewärmt, verdampft und gegebenenfalls überhitzt. Der im

Abhitzekessel 8 erzeugte Dampf dient dem Antrieb einer Dampfturbinenanlage DA. Der in der Dampfturbinenanlage DA entspannte Dampf (Abdampf 10) wird im Kondensator 11 kondensiert und erneut dem Abhitzekessel 8 zugeführt.

Die Gasturbinenanlage GA besteht im vorliegenden Beispiel aus einem Verdichter 1, einer Brennkammer 2 und einer Gasturbine 3. In der Gasturbinenanlage GA wird Ansaugluft 4 in einem Verdichter 1 verdichtet, dann als Verbrennungsluft 5 der Brennkammer 2 zugeführt, das dort entstehende Heissgas 6 auf die Gasturbine 3 geleitet und abgearbeitet. Das Abgas 7 der Gasturbine 3 wird dem Abhitzekessel 8 zugeführt und dort zur Erzeugung von Dampf zum Betrieb der Dampfturbinenanlage DA genutzt. Nach dem Abhitzekessel 8 wird das Abgas 7 über einen Kamin 9 an die Umgebung abgegeben.

Unter dem Begriff der Gasturbinenanlage GA sind der Verdichter 1, die Brennkammer 2 und die Gasturbine 3 zusammengefasst. Eine Gasturbinenanlage kann dabei mehrere Brennkammern und mehrere Gasturbinen aufweisen. So sind beispielsweise bei Gasturbinenanlagen mit sequentieller Verbrennung einer Hochdruckbrennkammer mit Hochdruckturbine eine Niederdruckbrennkammer mit Niederdruckturbine nachgeschaltet. Auch kann eine Gasturbinenanlage mehrere Verdichter aufweisen.

Im vorliegenden Fall ist die Dampfturbinenanlage DA vereinfacht als eine Dampfturbine dargestellt. Im konkreten Fall kann es sich um eine mehrgehäusige Anlage unterschiedlichster Ausführung bestehend aus Hoch-, Mittel- und Niederdruckteil handeln.

Die Speisung des Abhitzekessels 8 erfolgt aus dem Kondensator 11 mittels der Kondensatpumpe 13 über die Speisewasserleitung 14 in den Niederdruck(ND)-Economizer 15. Dabei ist das Stellorgan 16 in der Speisewasserleitung 14 geöffnet und das Stellorgan 17 in der Bypassleitung 18 geschlossen. Das mittels der Kondensatpumpe 13 in den Abhitzekessel 8 geförderte Speisewasser hat eine Temperatur von typischerweise 20 bis 45 °C (wassergekühlter Kondensator) bzw. 30 bis 55 °C (luftgekühlter Kondensator).

Im Abhitzekessel 8 wird das Speisewasser im ND-Economizer 15 vorgewärmt. Das im ND-Economizer 15 vorgewärmte Speisewasser (Speisewasservorwärmung) wird über die Speisewasserleitung 19 und das Stellorgan 20 der ND-Dampftrommel 21 zugeführt. Die ND-Dampftrommel 21 steht mit dem ND-Verdampfer 22 in Verbindung. Weiter folgt der ND-Dampftrommel 21 ein ND-Ueberhitzer 23, an welchem die ND-Frischdampfleitung 24 anschliesst, die zur Dampfturbinenanlage DA führt.

Von der ND-Dampftrommel 21 kann mittels einer weiteren Speisewasserpumpe 26 über eine weitere Speisewasserleitung 25, ein weiteres Stellorgan 27 und einen weiteren Economizer 28 Speisewasser 29 zu weiteren Druckstufen des Abhitzekessels 8 gefördert werden. Die ND-Dampftrommel 21 übernimmt in diesem Fall die zusätzliche Funktion des Speisewasserbehälters. Der im Abhitzekessel 8 in den weiteren Druckstufen erzeugte Dampf wird der Dampfturbinenanlage DA über die entsprechenden Hochdruck(HD)- bzw. Mitteldruck(MD)-Frischdampfleitungen 30,31 zugeführt. In der Dampfturbinenanlage DA wird der Dampf arbeitstendend entspannt. Der Abdampf 10 der Dampfturbinenanlage DA wird im Kondensator 11 unter Zuhilfenahme eines Kühlmediums (Wasser, Luft) 12 kondensiert. Um den Kreislauf zu schliessen, wird das Kondensat mittels der Kondensatpumpe 13 über die Speisewasserleitung 14 erneut dem Abhitzekessel 8 zugeführt.

Die Speisung weiterer Druckstufen des Abhitzekessels 8 kann alternativ auch direkt aus dem Kondensator 11 erfolgen.

Der ND-Economizer 15, die ND-Dampftrommel 21, der ND-Verdampfer 22 und der ND-Ueberhitzer 23 bilden zusammen ein auf einer Druckstufe arbeitendes ND-Dampfsystem.

Die zur Wärmeübertragung vom Abgas 7 der Gasturbine 3 an das Speisewasser bzw. den Dampf im Abhitzekessel 8 angeordneten Rohrsysteme (Economizer, Verdampfer, Ueberhitzer) werden als Heizflächen bezeichnet.

Im vorliegenden Fall wurde ein Abhitzekessel bestehend aus einem Trommel-Umlaufverdampfer beschrieben. Daher wird das durch den Economizer vorgewärmte Speisewasser in die Dampftrommel gefördert. Das Trommelwasser wird im System Dampftrommel-Verdampfer umgewälzt und dabei anteilig verdampft. Das vom Verdampfer kommende Zweiphasengemisch tritt üblicherweise direkt in das Trommelwasser ein oder läuft über Primärseparatoren in das Trommelwasser ab. In der Dampftrommel erfolgt die Separation von Wasser und Dampf. Damit besteht die Dampftrommel aus einem Wasser- und einem Dampfraum. Dampftrommeln sind üblicherweise liegende zylindrische Behälter. Für die Separation von Dampf und Wasser ist eine grosse Wasseroberfläche vorteilhaft. Der Wasserspiegel befindet sich daher bei Normalbetrieb etwa in der Trommelmitte. Das Wasser wird erneut dem Verdampfer zugeführt, während der Dampf direkt oder über einen möglicherweise vorhandenen Überhitzer zur Dampfturbinenanlage gelangt. Die Strömung durch den Verdampfer kann als Naturumlauf oder Zwangsumlauf ausgeführt sein. Im Falle von Zwangsumlauf machen

sich beispielsweise entsprechende Pumpen erforderlich. Die einzelnen Druckstufen des Abhitzekessels können aber auch nach dem Prinzip des Zwangdurchlaufverdampfers ausgeführt sein.

Die beschriebene bzw. dargestellte Anordnung des ND-Economizers 15 am abgasseitigen Ende des Abhitzekessels 8 bei gleichzeitigem Nichtvorhandensein eines Speisewasserbehälters/Entgasers ist typisch für eine gasgefeuerte Gasturbinenanlage GA. Zur Vermeidung von Taupunktkorrosion am abgasseitigen Ende des Abhitzekessels 8 bei Umschaltung auf den Brennstoff Öl kann der ND-Economizer 15 gebypassed werden. Dies geschieht indem das Stellorgan 17 in der Bypassleitung 18 geöffnet und das Stellorgan 16 in der Speisewasserleitung 14 geschlossen wird.

Selbstverständlich können zusätzlich weitere hier nicht erwähnte Systeme innerhalb des Wasser-/Dampf-Kreislaufes WDKL vorhanden sein. Für den Bereich des Abhitzekessels 8 speziell des ND-Economizers 15 wäre zur Verhinderung von abgasseitiger Korrosion durch Taupunktunterschreitung für den Fall sehr niedriger Speisewassertemperaturen ein möglicherweise vorhandenes Rezirkulationssystem zur Anhebung der kondensatseitigen Eintrittstemperatur in den ND-Economizers 15 zu erwähnen.

Nach dem Durchströmen des Abhitzekessels 8 gelangt das Abgas 7 schliesslich über einen Kamin 9 ins Freie.

Da im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Speisewasserbehälter/Entgaser nicht vorhanden ist, ist die Kondensatpumpe 13 die Schnittstelle zwischen dem Kondensat- und dem Speisesystem. Aus diesem Grunde wird der Massenstrom bis zum Eintritt in die Kondensatpumpe 13 als Kondensat bezeichnet. Die Massenströme ab dem Austritt aus der Kondensatpumpe 13 werden dann als Speisewasser bezeichnet.

Die Entgasung des Speisewassers erfolgt im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel in der ND-Dampftrommel 21.

Das Verfahren der Entgasung in der ND-Dampftrommel 21 wird mittels des Längsschnittes der ND-Dampftrommel 21 in Figur 2 näher erläutert. Das über die Speisewasserleitung 19 und das Stellorgan 20 vom ND-Economizer 15 kommende Speisewasser tritt über den Speisewassereintritt 32 in die ND-Dampftrommel 21 ein. Das über die Speisewasserleitung 25 zu den weiteren Druckstufen des Abhitzekessels 8 geförderte Speisewasser tritt über den Speisewasseraustritt 33 aus der ND-Dampftrommel 21 aus. Der in der ND-Dampftrommel 21 se-



parierte Dampf strömt über nicht dargestellte Entfeuchter bzw. Dampftrockner über den Dampfaustritt 34 zum Ueberhitzer 23. Die in der ND-Dampftrommel 21 aus dem Trommelwasser ausgetriebenen Gase werden über den Gasaustritt 35 aus der ND-Dampftrommel 21 abgeführt. Die aus der ND-Dampftrommel 21 zum ND-Verdampfer 22 gehenden Austritte und die vom ND-Verdampfer 22 zur ND-Dampftrommel 21 kommenden Eintritte sind in Figur 2 nicht dargestellt. Bei dem beispielhaft dargestellten Umlaufverdampfer liegt der Dampfgehalt am Verdampferaustritt bzw. am Dampftrommeleintritt üblicherweise im Bereich von 10 bis 15%.

Unter Trommelwasser bzw. dem in der Dampftrommel befindlichen Wasser ist nicht unbedingt reines Wasser zu verstehen. Zur Verhinderung bzw. Verringerung von Korrosion und Ablagerungen können in dieses Wasser die verschiedensten Chemikalien dosiert werden.

Die thermische Entgasung des Trommelwassers beruht im vorliegenden Fall auf einer abnehmenden Gaslöslichkeit mit steigender Temperatur bei konstantem Druck. Im Sättigungszustand ist die Gaslöslichkeit Null. Zum möglichst vollständigen Austreiben der Gase aus dem Trommelwasser sollte sich das Wasser möglichst auf Sättigungstemperatur und zudem in starker Durchmischung befinden. Zur Verbesserung des Austretens der Gase aus dem Trommelwasser sollte dieses Wasser eine möglichst grosse Oberfläche gegenüber dem Dampf haben. Man erreicht dies durch eine möglichst grosse stehende Wasseroberfläche oder mittels geeigneter Massnahmen zur Verteilung des Wassers im Dampf oder des Dampfes im Wasser.

Unter normalen Betriebsbedingungen befindet sich das Wasser in der ND-Dampftrommel 21 im Sättigungszustand. Damit ist bzgl. der Entgasung zunächst die Temperaturbedingung erfüllt.

Um ferner das gesamte Wasservolumen in starkem Masse zu durchmischen und eine möglichst grosse Oberfläche zwischen Wassers und Dampf zu erreichen, soll nach dem Prinzip „Verteilung des Dampfes im Wasser“ Dampf über ein Düsensystem im Wasserraum 37 möglichst fein verteilt werden. Dies wird mit dem wassergetriebenen Strahlersystem 38 realisiert. Mittels einer oder mehrerer Pumpen 39 wird Wasser aus dem Wasserraum 37 der ND-Dampftrommel 21 angesaugt und durch einen oder mehrere Wasserstrahler 40 gepumpt. Mittels einer oder mehrerer Wasserstrahler 40 wird Dampf aus dem Dampfraum 36 der ND-Dampftrommel 21 angesaugt. Das Gemisch aus Wasser und Dampf wird über eine oder

mehrere Zweistoffdüsen 41 in den Wasserraum 37 eingeleitet. Bei einem Dampfgehalt im Gemisch von vorzugsweise 2 bis 5 % sorgen die eine oder mehrere Zweistoffdüsen 41 für Dampfblasen mit einer vorteilhaften Grösse und damit für eine grosse Oberfläche zwischen Wasser und Dampf.

Hinsichtlich der Anzahl und den Möglichkeiten der schaltungstechnischen Verbindung von Pumpe 39, Wasserstrahler 40 und Zweistoffdüse 41 gibt es keinerlei Begrenzung. Bzgl. der Zweistoffdüsen ist jedoch eine geschickte Anordnung vieler Düsen im gesamten Wasserraum 37 vorteilhaft.

Der auch im folgenden verwendete Begriff der Zweistoffdüse 41 ist ein im deutschen Sprachgebrauch verwendeter Begriff. Da es sich bei einem Wasser-Dampf-Gemisch nicht um ein Gemisch aus zwei Stoffen sondern um ein Gemisch zweier Phasen eines Stoffes handelt, wäre die technisch exakte Bezeichnung Zweiphasendüse.

Die Aufstiegsgeschwindigkeit des Dampfblasen nach dem Verlassen der Zweistoffdüse 41, der Dampfblasendurchmesser, die Wasserspiegelhöhe usw. befinden sich in komplexen Abhängigkeiten. Vorteilhaft für die Entgasung und den gesicherten Dampfblasenaufstieg ist ein Dampfblasendurchmesser, welcher eine Verweilzeit der Dampfblasen im Wasser von 5 bis 8 sec. bei einer Aufstiegshöhe (Höhendifferenz zwischen Zweistoffdüse 41 und Wasseroberfläche) von  $> 0,6$  m garantiert. Zu grosse Dampfblasen sind zu vermeiden, weil sie eine geringere Oberfläche bieten und zu schnell aufsteigen. Zu kleine Dampfblasen führen zum Schäumen und sind daher ebenfalls zu vermeiden. Für die Zweistoffdüsen 41 ist ein Druck von 1 bis 2 bar ausreichend.

Die Entgasung erfolgt im Ausführungsbeispiel in der ND-Dampftrommel 21. Zur Realisierung der bisher beschriebenen Entgasung ist nur die Bedingung des Vorhandenseins eines Wasserraumes 37 und eines Dampftraumes 36 zu erfüllen. Diese Bedingungen sind in den verschiedenen verfahrenstechnischen Komponenten gegeben. Im Fall des Wasser-/Dampf-Kreislaufes eines Kraftwerkes sind dies insbesondere der Kondensator und der Speisewasserbehälter/Entgaser (vgl. Figuren 3 und 4). Bzgl. der Dampftrommel eines Abhitzekessels sind jedoch noch weitere im folgenden beschriebene Aspekte interessant.

Zur Verringerung der Dampfverluste in der Dampftrommel bietet es sich an, die Funktionen der Entgasung und der Separation von Dampf und Wasser durch eine entsprechende Anordnung der Düsen bevorzugt auf der Seite des Gasaustrittes und der Einleitungen des vom

Verdampfer kommenden Zweiphasengemisches in die Dampftrommel bevorzugt auf der Seite des Dampfaustrittes, d. h. räumlich getrennt, auszuführen.

Durch die gegenüberliegende Anordnung von Speisewassereintritt 32 und Speisewasseraustritt 33 sowie Gasaustritt 35 und Dampfaustritt 34 kommt es unter Nutzung möglicherweise vorhandener aber nicht dargestellter Schikanen im Wasserraum 37 sowie Vorrichtungen im Dampfraum 36 von der Speisewassereintrittsseite 32 zur Speisewasseraustrittsseite 33 hin sowohl im Wasserraum 37 als auch im Dampfraum 36 zu einer Gasabreicherung.

Vor allem für den Fall, dass aus der ND-Dampftrommel 21 weitere Dampfsysteme bzw. Druckstufen gespeist werden, die ND-Dampftrommel 21 also auch die Funktion eines Speisewasserspeichers erfüllt, kann durch im Wasserraum 37 angeordnete Schikanen eine gezielte Durchmischung des Inhaltswassers bewirkt werden. Andererseits wird dadurch eine direkte Durchströmung der ND-Dampftrommel 21 vom Speisewassereintritt 32 zum Speisewasseraustritt 33 verhindert, was wiederum die Aufenthaltszeit des Wassers in der ND-Dampftrommel 21 und damit den Entgasungseffekt erhöht.

Durch die Auslegung und Gestaltung des Strahlersystems 38 insbesondere die Anordnung der Düsen 41 im Wasserraum 37 sowie die Anordnung der vom ND-Verdampfer 22 kommenden Rohrleitungen kann in Verbindung mit im Dampfraum 36 angeordneten Vorrichtungen eine gerichtete Abströmung der ausgetriebenen Gase in Richtung des Gasaustrittes 35 und des erzeugten Dampfes in Richtung des Dampfaustrittes 34 bewirkt werden.

Die Niederdruck(ND)-Systeme moderner Abhitzeessel arbeiten mit dem System Verdampfer/Dampftrommel typischerweise in einem Druckbereich von 5 bis 7 bar (max. 10 bar), d. h. auf einem Temperaturniveau von 150 bis 165 °C (max. 180 °C).

Bedingt durch die Ueberdruckverhältnisse ist eine Gasabführung aus der ND-Dampftrommel 21 über den Gasaustritt 35 beispielsweise über Dach in die Umgebung möglich. Da mit dem Gas auch Dampf die ND-Dampftrommel 21 verlässt, bietet sich zur Vermeidung von Dampf- bzw. Wasserverlusten die Abführung der Gase über einen speziellen Kondensator in die Umgebung oder in den Kondensator 11 an.

Da sich einerseits Gase von Dampf nicht ohne weiteres separieren lassen und andererseits Dampfverluste verringert bzw. vermieden werden sollten, ist das System Abgasquelle (Gasturbine 3) und Abhitzeessel 8 so zu regeln bzw. zu fahren, dass die Dampferzeugung im Verdampfer 22 den Erfordernissen der Entgasung entspricht.

Man erreicht dies in vorteilhafter Weise auch durch das teilweise oder vollständige Bypassen des ND-Economizers 15 und das Betreiben des Systems ND-Dampftrommel 21 / ND-Verdampfer 22 als Speisewasservorwärmer. Durch geregeltes Bypassen des ND-Economizers 15 gelangt kaltes Speisewasser in die ND-Dampftrommel 21. Damit dient der im ND-Verdampfer 22 erzeugte Dampf vorrangig zur Aufwärmung des in die ND-Dampftrommel 21 einströmenden Speisewassers. Im Idealfall wird der gesamte vom ND-Verdampfer 22 erzeugte Dampf zur Vorwärmung des Speisewassers in der ND-Dampftrommel 21 verbraucht. In diesem Fall verlassen nur die aus dem Speisewasser ausgetriebenen Gase über den Gasaustritt 35 die ND-Dampftrommel 21.

Die Entgasung ist insbesondere dann wichtig, wenn beispielsweise Stillstände oder spezielle Fahrweisen (Zugabe von Zusatzwasser) zu einem erhöhten Gasgehalt im Wasser-/Dampf-Kreislauf WDKL geführt haben. Während des Normalbetriebes kann zumindest zeitlich begrenzt auf eine Entgasung in der ND-Dampftrommel 21 verzichtet werden. In diesem Fall wird das Strahlersystem 38 nicht betrieben.

Während des Anfahrens oder auch eine gewisse Zeit danach kann man zur Einhaltung der wasserchemischen Fahrweise das ND-Dampfsystem im Entgasungsbetrieb fahren. Nachgeschaltete Dampfsysteme bzw. Druckstufen (wie in Figur 1 angedeutet) werden aus der ND-Dampftrommel 21 mit entgastem Speisewasser versorgt. Im Falle parallel geschalteter Druckstufen, d. h. bei separater Speisung der Dampfsysteme bzw. Druckstufen beispielsweise aus dem Kondensator 11, kann man das ND-Dampfsystem in Form eines Bypassentgasers betreiben.

Wie bereits erwähnt, kann die Entgasung auch in einem Kondensator 11 stattfinden. Ein Kondensator mit integrierter thermischer Entgasung ist in Figur 3 schematisch dargestellt. Auch in diesem Fall wird aus dem Wasserraum 37 mit einer Pumpe 39 Wasser unter Beimischung von Dampf aus dem Dampfraum 36 zirkuliert. Die Beimischung unter Bildung eines Zweiphasengemisches geschieht über einen Wasserstrahler 40, und die Eindüsung in den Wasserraum 37 findet über Zweistoffdüsen 41 statt. Eine Entgasung nach dem gleichen Schema kann, wie in Figur 4 dargestellt, auch in einem Speisewasserbehälter 42 vorgesehen werden.

## BEZEICHNUNGSLISTE

- 1 Verdichter
- 2 Brennkammer
- 3 Gasturbine
- 4 Ansaugluft
- 5 Verbrennungsluft
- 6 Heissgas
- 7 Abgas
- 8 Abhitzekeessel
- 9 Kamin
- 10 Abdampf
- 11 Kondensator
- 12 Kühlmedium
- 13 Kondensatpumpe
- 14 Speisewasserleitung, Speisewasser
- 15 ND-Economizer (Speisewasservorwärmer)
- 16 Stellorgan
- 17 Stellorgan
- 18 Bypassleitung
- 19 Speisewasserleitung (zur ND-Dampftrommel 21)
- 20 Stellorgan
- 21 ND-Dampftrommel
- 22 ND-Verdampfer
- 23 ND-Ueberhitzer
- 24 ND-Frischdampfleitung
- 25 Speisewasserleitung (zu weiteren Druckstufen)
- 26 Speisewasserpumpe
- 27 Stellorgan
- 28 Economizer (Speisewasservorwärmer)
- 29 Speisewasserleitung (zu weiteren Druckstufen), Speisewasser
- 30 HD-Frischdampfleitung
- 31 MD-Frischdampfleitung

- 32 Speisewassereintritt
- 33 Speisewasseraustritt
- 34 Dampfaustritt
- 35 Gasaustritt
- 36 Dampfraum
- 37 Wasserraum
- 38 Strahlersystem
- 39 Pumpe
- 40 Wasserstrahler
- 41 Zweistoffdüse (Zweiphasendüse)
- 42 Speisewasserbehälter
- 43 Speisewasserpumpe
- 44 Zufuhr von Speisewasser in Speisewasserbehälter
- 45 Zufuhr von Dampf in Speisewasserbehälter

- GA Gasturbinenanlage
- DA Dampfturbinenanlage
- G Generator
- W Welle
- K Kupplung
- WDKL Wasser-/Dampf-Kreislauf

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur thermischen Entgasung des Wassers eines Dampfsystems, welches Dampfsystem wenigstens einen Wasserraum (37) und wenigstens einen Dampfraum (36) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass Wasser aus einem Wasserraum (37) des Dampfsystems angesaugt wird, dieses Wasser mit Dampf aus einem Dampfraum (36) des Dampfsystems versetzt wird, und das entstehende Zweiphasengemisch in den Wasserraum (37) des Dampfsystems ausströmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Wasser mittels wenigstens einer Pumpe (39) aus dem Wasserraum (37) des Dampfsystems angesaugt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das aus dem Wasserraum (37) angesaugte Wasser durch mindestens einen Wasserstrahler (40) gefördert wird, wobei durch den mindestens einen Wasserstrahler (40) Dampf aus dem Dampfraum (36) des Dampfsystems zur Bildung des Zweiphasengemisches angesaugt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Dampfgehalt des Zweiphasengemisches im Bereich von 2 bis 5 % liegt, wobei insbesondere bevorzugt die Dampfblasendurchmesser und die Eindüsungsorte derart eingestellt werden, dass eine Verweilzeit der Dampfblasen im Wasser im Bereich von 5 bis 8 sec bei einer Aufstiegshöhe im Wasser von wenigstens 60 cm resultiert.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zweiphasengemisch über, bevorzugt in Bodennähe unterhalb des Wasserspiegels angeordnete Düsen (41), insbesondere Zweistoffdüsen mit typischen Drücken von 1 bis 2 bar, in den Wasserraum (37) des Dampfsystems eingedüst wird, wobei bevorzugt zur besseren Durchmischung eine Vielzahl von Düsen (41) oder Düsenrohren angeordnet ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dampfsystem wenigstens einen Kondensator (11) aufweist, welchem insbesondere

bevorzugt Dampf (10) zuströmt, dieser Dampf in einem Dampfraum (36) kondensiert, das Kondensat in einem Wasserraum (37) gespeichert und anschliessend abgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dampfsystem wenigstens einen Speisewasserbehälter (42) aufweist, insbesondere bevorzugt einen Speisewasserbehälter (42) in dessen Dampfraum (36) und/oder Wasserraum (37) Dampf (45) einströmt, und in dessen Wasserraum (37) und/oder Dampfraum (36) Wasser (44) ein- und/oder ausströmt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dampfsystem wenigstens eine Dampftrommel (21) und wenigstens einen Verdampfer (22) aufweist, sowie insbesondere bevorzugt ausserdem wenigstens einen davorgeschalteten Economizer (15).

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass es sich beim Dampfraum (36) um den Dampfraum der Dampftrommel (21) handelt und beim Wasserraum (37) um den Wasserraum derselben Dampftrommel (21).

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dampftrommel (21) gleichzeitig die Funktion der Speicherung des Speisewassers übernimmt, insbesondere für den Fall der Speisung von weiteren Dampfsystemen des Abhitzekessels (8) aus der Dampftrommel (21).

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Dampftrommel um eine Niederdruckdampftrommel (21) handelt, insbesondere um eine Dampftrommel eines Umlaufverdampfers mit einem Dampfgehalt am Austritt des Verdampfers (22) im Bereich von 10 bis 15 %.

12. Verfahren nach Anspruch 5 und einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zur räumlichen Trennung der Funktionen Entgasung und Separation von Dampf und Wasser in der Dampftrommel (21) das Zweiphasengemisch über die Düsen (41) bevorzugt auf der Seite des Gasaustrittes (35) in den Wasserraum (37) ausströmt und die



Einleitung des vom Verdampfer (22) kommenden Zweiphasengemisches in die Dampftrommel (21) bevorzugt auf der Seite des Dampfaustrittes (34) erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Speisewassereintritt (32) vom Economizer (15) und der Speisewasseraustritt (33) an der Dampftrommel (21) gegenüberliegend angeordnet sind, wobei insbesondere zusätzliche Schikanen im Wasserraum (37) angeordnet sind, welche eine Durchmischung des Wassers begünstigen bzw. eine direkte Durchströmung der Dampftrommel (21) verhindern.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasaustritt (35) und der Dampfaustritt (34) an der Dampftrommel (21) gegenüberliegend angeordnet sind, wobei insbesondere zusätzliche Vorrichtungen im Dampfraum (36) angeordnet sind, welche eine gerichtete Abströmung der Gase und des Dampfes begünstigen.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer (22) im von heißen Abgasen eines Abgaserzeugers (3) durchströmten Abhitzekessel (8) angeordnet ist, und das System aus Abgaserzeuger (3) und Abhitzekessel (8) derart geregelt wird, dass die Dampferzeugung im Verdampfer (22) den Erfordernissen der Entgasung entspricht.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass durch teilweises oder vollständiges Bypassen des Economizers (15) das System aus Verdampfer (22) und Dampftrommel (21) teilweise oder vollständig als Vorwärmer betrieben wird.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass unter der Bedingung einer nicht erforderlichen Entgasung das Zirkulationssystem (38) zur thermischen Entgasung des Wassers des Dampfsystems abgeschaltet wird.

18. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dampfsystem wenigstens einen Kondensator

(11) und/oder wenigstens einen Speisewasserbehälter (42) und/oder wenigstens eine Dampftrommel (21) aufweist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass Düsen (41) bevorzugt unterhalb des Wasserspiegels angeordnet sind, über welche das Zweiphasengemisch bevorzugt auf der Seite des Gasaustrittes (35) in den Wasserraum (37) ausströmt, wobei es sich bei den Düsen (41) bevorzugt um Zweistoffdüsen handelt.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass im Wasserraum (37) Schikanen angeordnet sind, welche eine Durchmischung des Wassers begünstigen bzw. eine direkte Durchströmung des Wasserraumes (37) verhindern.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass es sich beim Dampfsystem um eine Dampftrommel (21), bevorzugt um eine Niederdruckdampftrommel, insbesondere bevorzugt um eine liegend angeordnete zylindrische Dampftrommel mit auf möglichst grosse Wasseroberfläche eingestelltem Wasserstand handelt.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass es sich beim Dampfsystem um wenigstens eine Dampftrommel (21) handelt, und dass zur räumlichen Trennung der Funktionen Entgasung und Separation von Dampf und Wasser in der Dampftrommel (21) die Düsen (41) bevorzugt auf der Seite des Gasaustrittes (35) angeordnet sind und die Einleitungen des vom Verdampfer (22) kommenden Zweiphasengemisches in die Dampftrommel (21) bevorzugt auf der Seite des Dampfaustrittes (34) angeordnet sind.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass im Dampfraum (36) Vorrichtungen angeordnet sind, welche eine gerichtete Abströmung der Gase und des Dampfes begünstigen.

### ZUSAMMENFASSUNG

Bei einem Verfahren zur thermischen Entgasung des Wassers eines Dampfsystems insbesondere eines Abhitzekekessels (8), welches Dampfsystem bevorzugt wenigstens eine Dampftrommel (21), wenigstens einen davorgeschalteten Economizer (15), und wenigstens einen Verdampfer (22) aufweist, wird eine wirtschaftliche, effiziente und konstruktiv einfache Entgasung dadurch erreicht, dass Wasser aus wenigstens einem Wasserraum (37) angesaugt wird, dieses Wasser mit Dampf aus einem Dampfraum (36) versetzt wird, und das entstehende Zweiphasengemisch in den Wasserraum (37) ausströmt.

(Fig. 2)

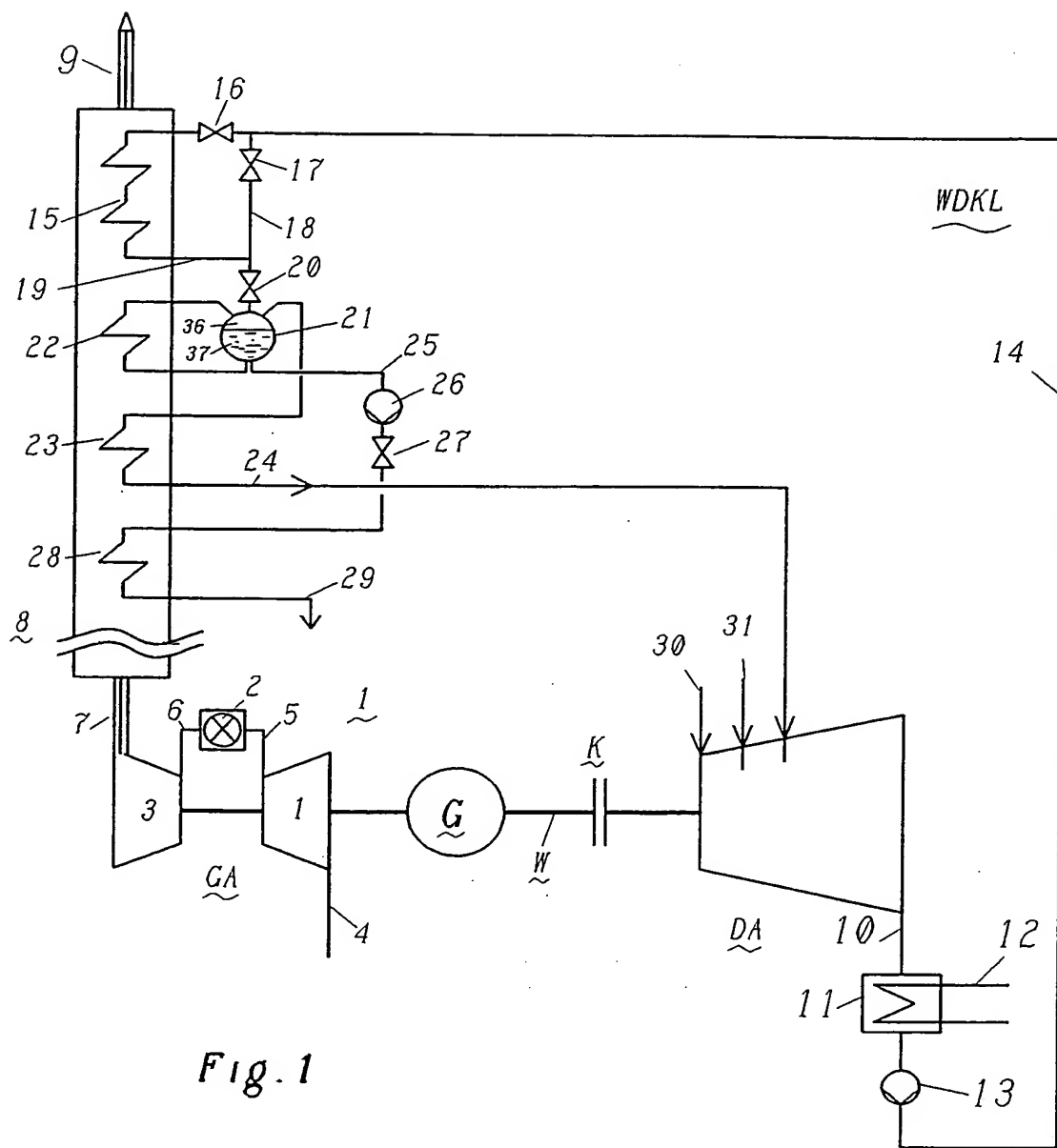
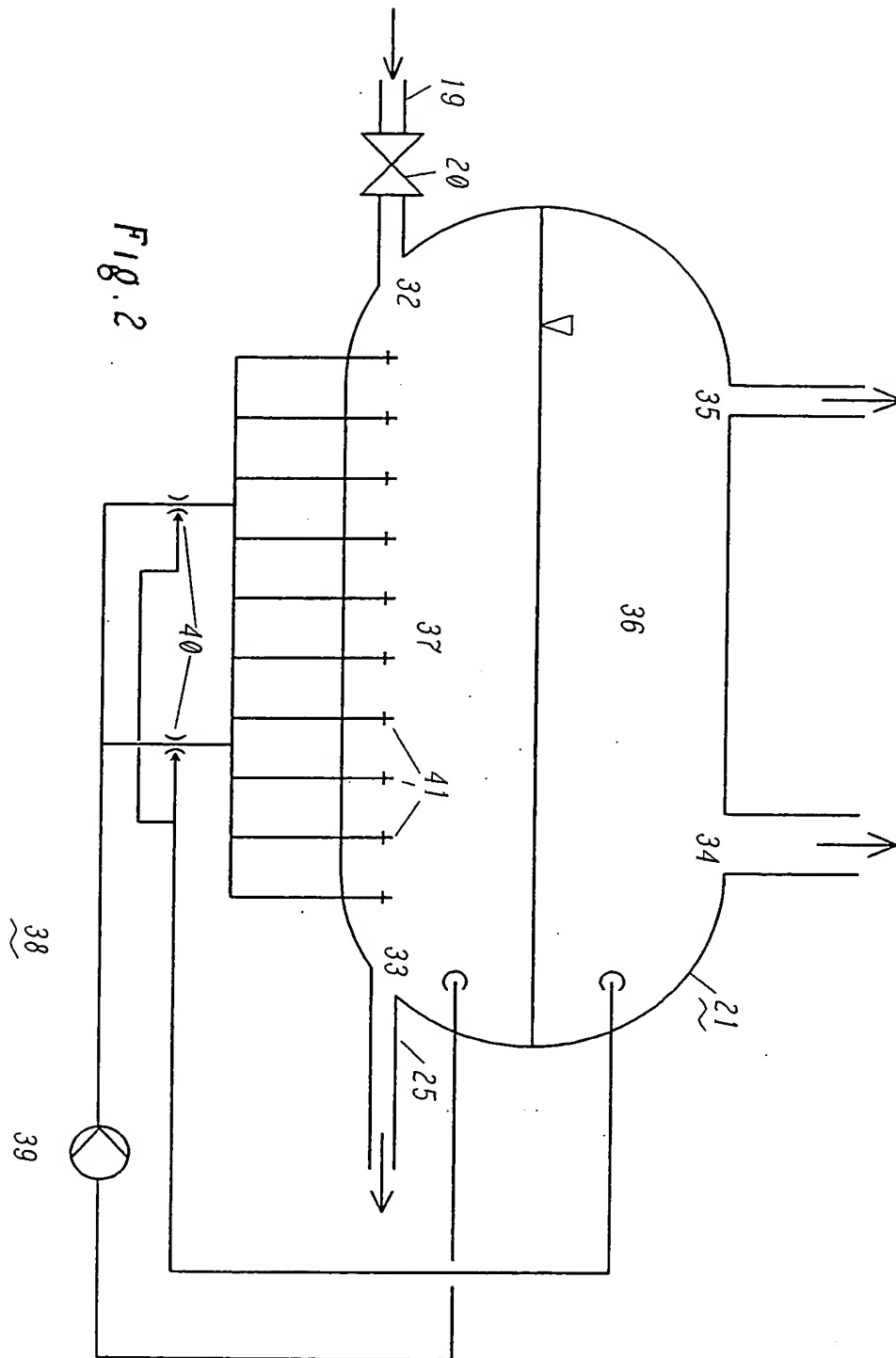
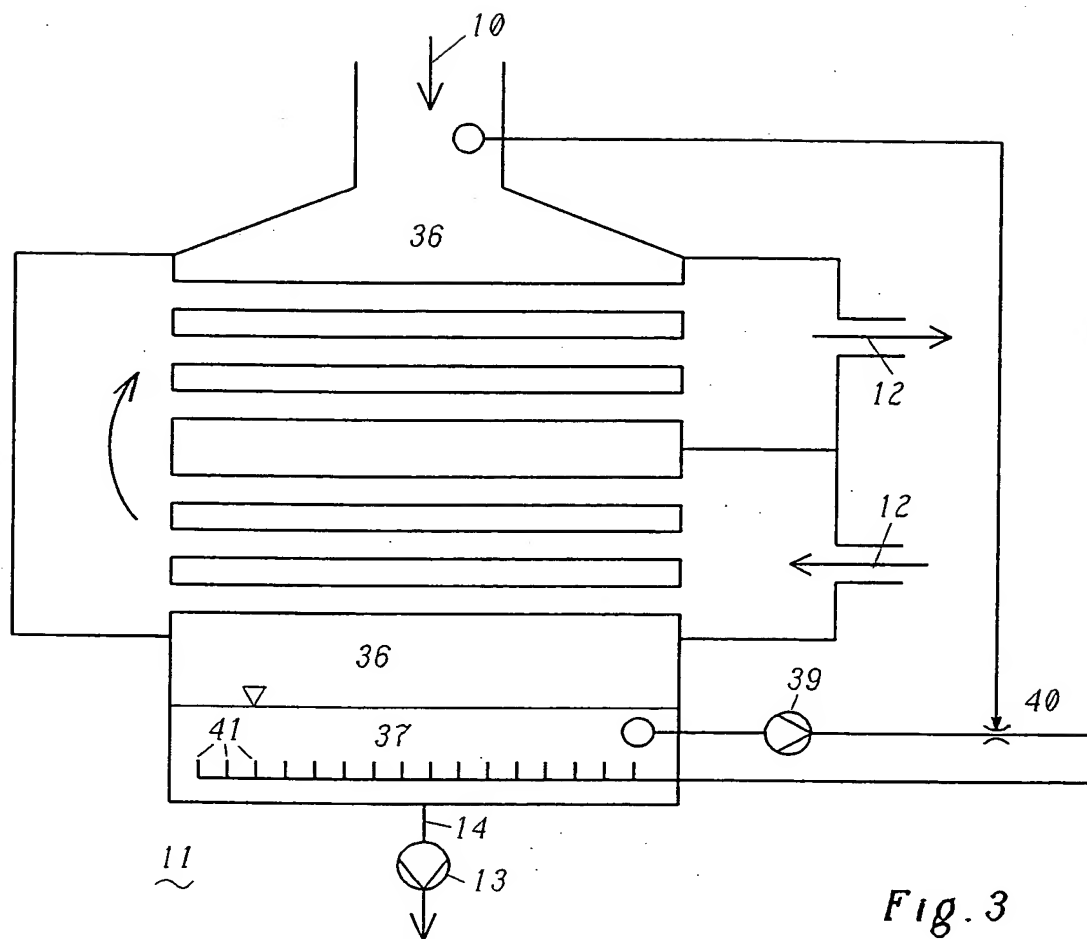


Fig. 2





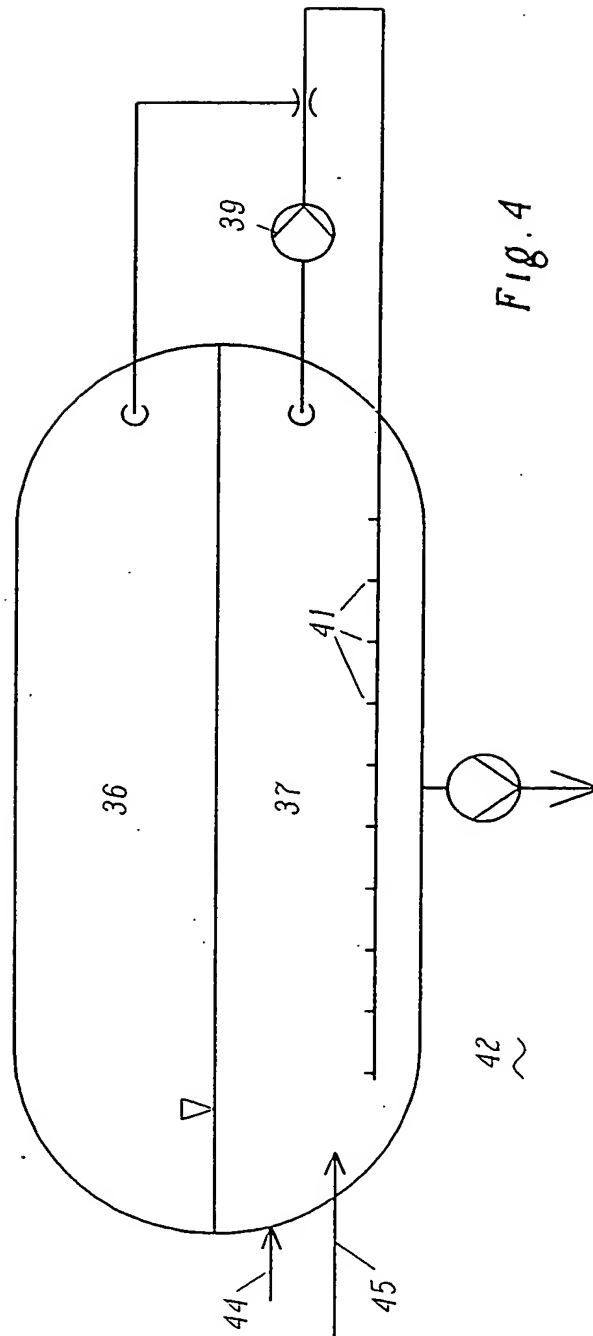


Fig. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**